

ENTRECruzAMIENTO DE POLIETILEN TEREF TALATO (PET) RECICLADO UTILIZANDO GLICEROL COMO AGENTE ENTRECruzANTE

H. Arcia Isidro¹, A. S. López Rodríguez^{1*}, P. Sifuentes Gallardo¹, B. M. Huerta², S. G. Solís Rosales²

^{1*} División Académica de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Carr. Cunduacán-Jalpa de Méndez Km. 1 Col. La Esmeralda. Cunduacán, Tabasco, 86690, México. angiesilvestre925@yahoo.com

² Centro de Investigación en Química Aplicada. Blvd. Enrique Reyna Hermosillo # 140. Saltillo, Coahuila, México

Resumen

Uno de los plásticos que más se desechan es el polietilén tereftalato, PET, utilizado en la fabricación de botellas para envasar bebidas. La combustión de PET y otros plásticos pueden ocasionar la generación de sustancias sumamente tóxicas y persistentes en el medio ambiente como las dioxinas, entre otras. Por lo anterior, es de gran importancia el reciclado químico de plásticos, con la finalidad de volver a utilizarlos.

En esta investigación se obtuvo un compuesto polimérico entrecruzado a partir de PET reciclado, glicerol y arcilla montmorilonita. Fueron obtenidos materiales con 1, 10, 20, 30, 40 y 50% masa de arcilla. Los materiales obtenidos fueron caracterizados utilizando las técnicas de calorimetría diferencial de barrido (DSC), análisis termogravimétrico (TGA), microscopía óptica (OM) y extracción Soxhlet (SE). Los resultados indicaron que el material sintetizado presentó un grado de entrecruzamiento conforme fue incrementada la cantidad de arcilla. Estos resultados fueron confirmados mediante análisis de DSC donde no se observó la temperatura de fusión del PET a 265 °C, como es característico para materiales entrecruzados. La dispersión de las partículas de arcilla en el PET entrecruzado se observó mediante la técnica de microscopía óptica identificándose aglomeración entre partículas como consecuencia de su interacción a altos contenidos de arcilla.

Introducción

Muchos de los materiales que se utilizan y se desechan en la vida cotidiana son polímeros, comúnmente conocidos como plásticos. La descomposición de los desechos plásticos es un proceso que tarda muchos años, lo que trae como consecuencia la acumulación de los desperdicios en lugares como alcantarillas, ocasionando muchas veces inundaciones. Además, cuando se degradan, dejan como residuo elementos tóxicos sobre la superficie, que se filtran a las aguas subterráneas y las contaminan. El reciclaje químico constituye una alternativa para transformar estos desechos en materias primas para la fabricación de diferentes productos útiles a la sociedad. La finalidad de este proyecto es que por medio del reciclaje de botellas de plástico y con la generación de un nuevo proceso se logre la obtención de un material con aplicaciones en el sector público. Por sus características de flexibilidad, impermeabilidad y bajo peso, este tipo de material o concreto polimérico puede ser usado en la construcción de canales de agua, reparaciones de estructura de concreto tradicional y en la fabricación de cajas para medidores de agua y luz, entre otros usos. La elaboración de este producto utilizando el PET proveniente de desechos, es importante desde el punto de vista de conservación del ambiente así como de su valor económico, debido a que al utilizar el PET desechado se evitará la necesidad de importar materiales que no son producidos en nuestro país.

Parte experimental

Para analizar el efecto del contenido de arcilla en el PET entrecruzado se realizaron diferentes reacciones modificando la cantidad de arcilla montmorilonita desde 1, 10, 20, 30, 40 y 50 % masa sobre PET entrecruzado, el cual fue sintetizado utilizando glicerol como agente entrecruzante. En la Tabla I es mostrada la nomenclatura utilizada para la identificación de estos materiales durante el desarrollo de esta investigación.

Tabla I. Nomenclatura utilizada para la identificación de los compuestos de PET/arcilla.

Nomenclatura	Contenido de arcilla (% masa)
PET/MMT-1	1
PET /MMT-10	10
PET /MMT-20	20
PET /MMT-30	30
PET /MMT-40	40
PET /MMT-50	50

La caracterización de los compuestos poliméricos se realizó mediante las técnicas de calorimetría diferencial de barrido (DSC), análisis termogravimétrico (TGA), microscopía óptica (OM) y extracción Soxhlet (SE).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1 se comparan las transiciones térmicas del PET comercial con PET entrecruzado obtenidas por DSC. Se puede observar que la curva obtenida para el PET comercial presentó una transición térmica a los 245° C debido a la fusión de la parte cristalina del PET. Cuando se sintetizó el PET entrecruzado con glicerol se obtuvo una curva que no presentó temperatura de fusión. Esto sugiere que el entrecruzamiento del polímero influyó directamente en la disminución de la parte cristalina. Probablemente debido a que los enlaces adicionales del polímero distorsionan el orden del polímero sin entrecruzar.

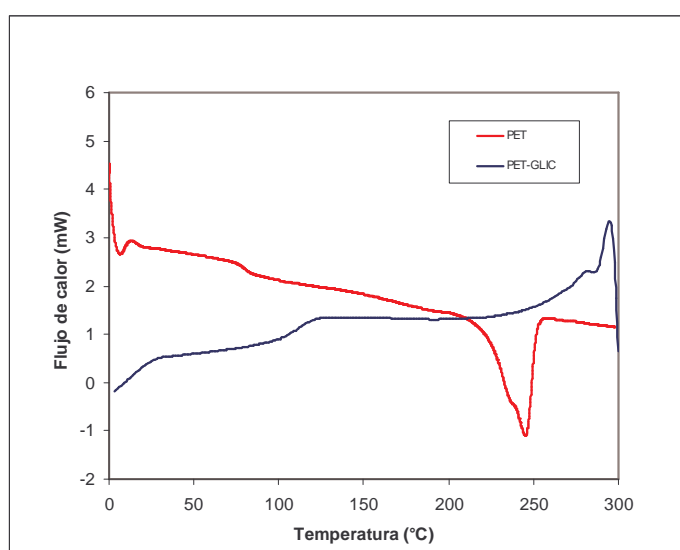


Figura 1. Termograma de DSC del PET y PET entrecruzado.

comportamiento sugiere que la presencia de arcilla disminuye las interacciones oligómero-oligómero, generándose cadenas de polímero más cortas e incrementándose las interacciones oligómero-glicerol. Como resultado se obtiene una mayor densidad de entrecruzamiento con el incremento en el contenido de arcilla. En la Figura 4 se representan esquemáticamente los dos tipos de reacciones que pueden ocurrir durante el entrecruzamiento de PET. Cuando en la reacción existe menor contenido de arcilla, las cadenas de polímero son más grandes por lo que tienen una mayor temperatura de degradación.

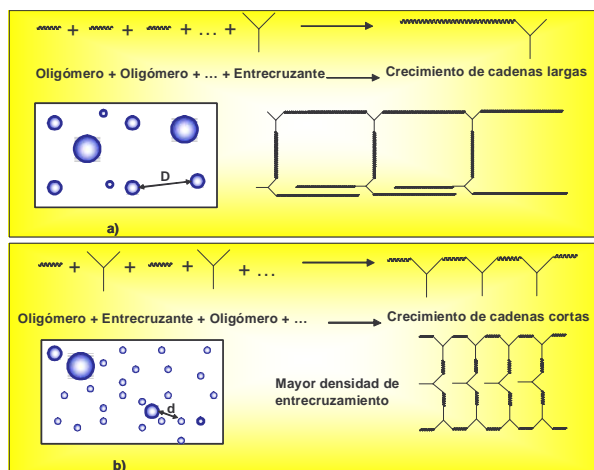


Figura 4. Representación esquemática de las reacciones que ocurren durante el entrecruzamiento de PET en presencia de arcilla.

Como ejemplo se puede mencionar la reacción de entrecruzamiento sin arcilla (correspondiente al 0% de arcilla), donde se favorecen las colisiones entre los oligómeros y por lo tanto la obtención de cadenas más largas con mejores propiedades térmicas. También es importante mencionar que el glicerol tendrá menor probabilidad de unirse a las cadenas de polímero, porque está en menor cantidad en la reacción. Por lo tanto se tendrán menores puntos de entrecruzamiento (Ver Figura 4a). Cuando existe gran cantidad de arcilla, como se muestra en la Figura 4b, existen cadenas de oligómero cortas que permanecen al reaccionar con el glicerol ocasionando mayor número de puntos de entrecruzamiento. Estas cadenas de menor tamaño también tienen menores propiedades térmicas, y esto puede ser una causa de la disminución de la temperatura de degradación con el incremento en el contenido de arcilla. En este caso, las partículas de arcilla se encuentran aglomeradas, como se puede observar en la micrografía de la Figura 5.

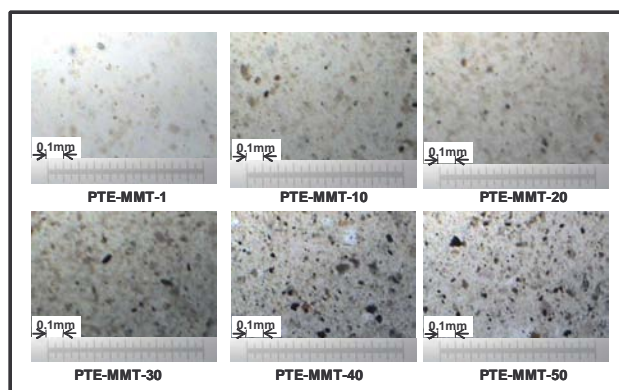


Figura 5. Micrografías de las muestras de PTE entrecruzado/arcilla con concentraciones de 1, 10, 20, 30, 40 y 50 % en masa de arcilla.

Conclusiones

Se obtuvieron polímeros entrecruzados debido a que ninguno presentó la temperatura de fusión característica del PET entre 212-265 °C, determinada por calorimetría diferencial de barrido. Además este resultado se confirmó por la cantidad de polímero entrecruzado que no se disolvió con los solventes comunes para el PET.

Mediante el análisis termogravimétrico se determinó que la temperatura de degradación en el PET entrecruzado es de 423 °C debido al proceso de pirólisis donde ocurre la descomposición química de un polímero por la acción solamente de calor. Además se presentó la temperatura de descomposición a 610 °C correspondiente a otros fragmentos como el ácido tereftálico y otros compuestos aromáticos.

La temperatura de degradación del PET entrecruzado disminuyó con el incremento en el contenido de arcilla, posiblemente debido a la disminución de colisiones entre oligómeros de PET que ocasionaron la disminución de la longitud de la cadena polimérica, volviéndola más sensible a la temperatura.

Agradecimientos

Al Centro de Investigación de Química Aplicada por las facilidades prestadas para la realización de los estudios de calorimetría diferencial de barrido (DSC) y análisis termogravimétrico (TGA).

Referencias

- [1] M. E. Rogers y T. E. Long *Synthetic Methods In Step-Growth Polymers*, Ed. Wiley-Interscience, 2003.
- [2] J. Nakamatsu *Concretos poliméricos*, Sección Química de la Pontificia Universidad Católica del Perú.
- [3] S. H. Manssur; N. E. kladious *Polym. Test.* 2002, 5.
- [4] G. Schramm *A practical Approach to Rheology and Rheometry*, Ed. Gebrueder Haake GmbH, 1994.
- [5] A. Bartolotta; G. Di Marco; F. F. Lanza; M. Pieruccini *Polymer*, 2003, 19.
- [6] M. I. G. Ulloa; M. Esperanza; R. Font *J. of Analysis Appl. Pyr.*, 2001, 58-59.
- [7] M. Dzieciol; J. Baran, *Chem. Analit.*, 46, 2001.
- [8] S. Berkowitz *J. of Appl. Polym. Sc.*, 1984, 29.